

10/561426

PCT/JP 2004/008620

26.07.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日

REC'D 19 AUG 2004

WIPO PCT

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 7 8 7 6
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 0 7 8 7 6]

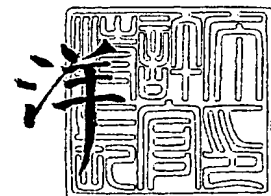
出 願 人
Applicant(s): 株式会社セルクロス

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号

出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 2 4 8 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 Z016-0015
【提出日】 平成16年 3月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B25J 19/02
G01L 1/00
H04B 14/00

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市高津区末長 3 2 5-2 2 マイキャッスル溝の口
ヴィレッジ 3 0 3
【氏名】 篠田 裕之

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区桜台 4-2 3-7
【氏名】 浅村 直也

【特許出願人】
【識別番号】 503054096
【氏名又は名称】 株式会社セルクロス

【代理人】
【識別番号】 100105924
【弁理士】
【氏名又は名称】 森下 賢樹
【電話番号】 03-3461-3687

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 091329
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

分散して配置された複数の通信素子を備える通信装置であって、各通信素子は、他の通信素子と局所的な通信を行う機能を有して構成されており、

少なくとも 2 つの通信素子をまとめた通信ユニットを複数備え、通信ユニット間で信号を伝達することを特徴とする通信装置。

【請求項 2】

各通信ユニットは、所定の位置関係にて配置された 3 つ以上の通信素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

通信ユニットに含まれる各通信素子は、配置位置に応じた通信機能を実現することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

通信ユニット同士は、所定の規則性をもって並べられることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 5】

通信ユニットは、中央に配置される中央素子と、中央素子に隣接する 2 つ以上の周辺素子とから構成されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 6】

第 1 の通信ユニットにおける中央素子と、第 1 の通信ユニットに隣接する第 2 の通信ユニットにおける中央素子との間には、第 1 の通信ユニットにおける 1 つの周辺素子と、第 2 の通信ユニットにおける 1 つの周辺素子とが配置されることを特徴とする請求項 5 に記載の通信装置。

【請求項 7】

通信ユニットにおいて、中央素子は、周辺素子の信号の送受信を制御することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の通信装置。

【請求項 8】

中央素子は、2 つ以上の周辺素子に対して、信号の送信または受信の必要の有無を順次問い合わせることを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 9】

通信ユニット間において隣り合う周辺素子同士には、信号の送信または受信に関する優先順位が設定されていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は通信を行う通信技術に関し、特に通信を行う装置に関する。

【背景技術】

【0002】

LAN (Local Area Network) や WAN (Wide Area Network) などの通信ネットワークにおいて、複数の通信端末が同軸ケーブルや光ファイバなどにより接続されている。これらの通信端末は、ネットワーク中のアドレスを指定することにより、所望の通信端末に信号を伝達する。従来のネットワークは、通信端末同士を有線にて接続することが一般であり、近年では、これを無線で接続するシステムも提案されている。例えば、移動デバイスであるノードの全てが所定の伝送半径をもち、ノード間で無線通信を行うアドホックネットワークが提案されている（例えば、特許文献1参照）。また、特許文献1とは全く異なるアプローチとして、個別の配線を形成することなく、複数の通信素子が信号を中継することにより信号を伝達する通信装置も提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開2001-268127号公報

【特許文献2】特開2003-188882号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来の通信ネットワークや実装基板においては端末や素子などを1本の個別配線により一対一の関係で物理的に接続しているため、仮に1本しかない配線が切断された場合には信号を伝達することができなくなり、通信機能が停止する事態も生じうる。また、個々の物理的配線をひくことが面倒であったり、スペースの関係で困難を極める場合もある。特許文献2は、そのような事態を解消する通信装置につき提案しており、優れた効果的な技術であるといえる。特許文献2では、複数の通信素子を基板中に埋設した通信装置について開示しているが、効率的な通信を行うためには、まだ改善の余地がある。

【0004】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、新規な通信装置に関する技術を提供することにある。特に信号の衝突を回避する技術を提供することにある。さらに、本発明の目的は、従来の通信技術とは異なる新規な通信技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、分散して配置された複数の通信素子を備える通信装置であって、各通信素子は、他の通信素子と局所的な通信を行う機能を有して構成されており、通信装置は、少なくとも2つの通信素子をまとめた通信ユニットを複数備え、通信ユニット間で信号を伝達する通信装置を提供する。複数の通信素子から構成される通信ユニットを通信装置における通信単位とすることによって、信号伝送時の信号衝突の可能性を低減することが可能となる。

【0006】

各通信ユニットは、所定の位置関係にて配置された3つ以上の通信素子を有してもよい。通信ユニットに含まれる各通信素子は、配置位置に応じた通信機能を実現してもよい。通信ユニット同士は、所定の規則性をもって並べられる。通信ユニットは、中央に配置される中央素子と、中央素子に隣接する2つ以上の周辺素子とから構成されてもよい。

【0007】

また、第1の通信ユニットにおける中央素子と、第1の通信ユニットに隣接する第2の通信ユニットにおける中央素子との間には、第1の通信ユニットにおける1つの周辺素子と、第2の通信ユニットにおける1つの周辺素子とが配置されてもよい。通信ユニットに

において、中央素子は、周辺素子の信号の送受信を制御する機能を有する。中央素子は、2つ以上の周辺素子に対して、信号の送信または受信の必要の有無を順次問い合わせてもよい。通信ユニット間において隣り合う周辺素子同士には、信号の送信または受信に関する優先順位が設定されていることが好ましい。

なお、本発明の表現を装置、方法で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0008】

本発明によると、効率よく通信を実現する通信装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1は、本発明の実施例に係る通信技術の方式を説明するための図である。この通信方式を連鎖伝達型の通信方式と呼ぶ。小さな円で示す複数の通信素子が空間内に分散して配置されている状態が示される。各通信素子は、その周辺に配置された他の通信素子に対して信号を伝達する局所的な通信機能を有する。この局所的な通信により隣り合う通信素子間で信号を順次連鎖的に中継し、最終目的地である通信素子まで信号を伝達する。

【0010】

信号の送信元が通信素子200aであり、最終目的地が通信素子200bである場合、連鎖伝達型通信方式によると、信号が通信素子200aから通信素子200cおよび200dを介して通信素子200bに伝達される。信号の伝達方法としては、例えば通信素子200aが、信号が届く範囲にある周辺の全ての通信素子に信号を伝達し、この信号を受けた全ての通信素子が更に周辺の通信素子に信号を伝達することによって、信号を最終目的地まで同心円状に伝達させてもよい。さらに好ましい方法としては、通信素子200aおよび200b間の経路を予めまたはリアルタイムで設定し、この経路により特定の通信素子のみを介して信号を伝達してもよい。特に後者の方法を採用する場合には、信号伝達に必要な通信素子のみが発信するため、電力消費を少なくすることができ、また他の通信素子の通信に対する干渉を低減することも可能となる。

【0011】

空間内に複数の通信素子が存在し、この空間内には通信素子間を物理的に接続するための個別配線が形成されていなくてよい。例えば、これらの通信素子は、平坦な導電層または導電性基板、交流信号を伝達可能な電磁作用伝達層などに接続されてもよく、また無線により信号の送受が行えるように構成されてもよい。信号の送信は、導電層における電荷の放出により実現されてもよく、また光や電磁波を放出することにより実現されてもよい。ここで通信素子は、チップとして構成されるものに限定されず、本発明の実施例において説明する通信機能を備えたものを含む概念であり、その形態および形状は問わない。

【0012】

各通信素子は、信号の伝達可能な距離（以下、「有効通信距離」とも呼ぶ）を比較的短く設定されていることが好ましい。信号の通信距離を長くすることは、それだけ電力消費量を大きくし且つ通信に寄与しない他の通信素子に対して悪影響を及ぼす可能性がある。連鎖伝達型の通信方式によると、自身の近傍に存在する通信素子に信号を伝達できれば十分であるため、有効通信距離は周辺の通信素子までの平均距離に応じて設定されることが好ましい。

【0013】

本発明の通信技術は、様々な用途に応用することができる。例えば、LSIやメモリなどの電子部品（回路素子）に本発明の通信機能をもたせることによって、各電子部品を個別に配線することなく、複数の電子部品を基板実装する技術を提供することが可能である。これとは別に、網の目上に張り巡らされた配線上に通信素子を配設する、従来とは異なる設計思想をベースとする新規な通信実装技術を提供することもできる。また、近年、皮膚の感覚を持つロボットの研究が盛んに行われているが、ロボットの触覚センサに本発明の通信機能をもたせ、触覚センサの検知情報をロボットの頭脳コンピュータに送信する技

術を提供することも可能である。また建物の床に本発明の通信機能を有するセンサを点在させることにより、一人暮らしの老人の行動を監視したり、留守中の防犯に役立てることも可能である。また、発光素子に本発明の通信機能をもたせることにより、布状の表示装置などを製造することも可能となる。また、タグに本発明の通信機能をもたせるか、本発明の通信装置との交信機能をもたせることにより、安価で精度のよい情報の読み取りを可能とするタグを作製することも可能となる。さらに無線通信素子に本発明の通信機能をもたせて例えばコンピュータにそれを装備させ、無線通信素子の近傍に相手方のコンピュータの無線通信素子を配置することによって、コンピュータ間の情報の送受信を容易に行うことも可能となる。また自動車の導電性内壁に本発明の通信機能を備えた通信素子を埋め込み、煩わしい個別配線を不要とした通信装置を実現することも可能となる。なお、後述するように、通信素子をコネクタと通信用 L S I などから構成することで、任意の機能をもたせた通信装置をフレキシブルに実現することも可能となる。

【0014】

この通信技術は、比較的短い距離に配置された通信素子間で信号を伝達するため、距離による信号の減衰および劣化が少なく、高いスループットでノード数によらない高速伝送を可能とする。また空間内に多くの通信素子を分散して配置させることにより、センサなどの所定の機能をもつチップとの情報交換媒体として広範囲の信号伝達領域を実現する。また、通信素子を比較的自由的な位置に配置することができるため、簡易な設計により所望の機能を備えた人工皮膚や表示装置などを生成することも可能である。また従来型の素子同士を個別に接続する配線に関する基板回路設計を不要とし、少ないプロセスで基板回路を製造することも可能である。通信素子を導電層で挟持する場合には電磁ノイズ放射がなくなるため、特に病院などの公共性の高い場所においてはその有用性が高い。さらに、導電層などに障害が生じた場合であっても、チップ間の経路を再設定することができ、新たな通信経路を確立することができるという自己修復機能もあわせ持つ。

【0015】

図2は、本発明の実施例にかかる通信装置100の外観構成の概要を示す図である。この通信装置100においては、複数の通信素子200が信号伝送用の基板装置14に接続される。基板装置14は、開口部80を複数備えて構成され、この開口部80に通信素子200が挿入されることで、通信装置100の通信機能を実現する。基板装置14は、信号を伝達するための信号伝達層（「信号層」とも呼ぶ）、電源層および接地層などを含んだ積層構造を備えて構成される。なお接地層は、信号伝達層としての役割を担ってもよい。開口部80において、これらの層は外部に露出しており、通信素子200を押し込んで固定することにより、通信素子200と各層との電気的接続が行われる。なお基板装置14は、接地層ないしは電源層を備えず、接地層ないしは電源層として機能する導電体に接続してもよい。例えば、金属で構成される板状部材に基板装置14を貼り付け、この板状部材を接地し、又は板状部材に電荷を供給することで、導電性の板状部材を接地層ないしは電源層としても機能させることも可能である。

【0016】

通信素子200は、開口部80に嵌合されて基板装置14の積層構造において接続するべき層に電気的に接続するコネクタと、コネクタに電気的に接続する電極を備えた通信用 L S I を含んで構成されてもよい。コネクタと通信用 L S I は別体として構成されてもよいが、一体として形成されてもよい。この例では、基板装置14が二次元的に一面に広がった構成を有しているが、帯状に一次的に広がった構成を有してもよい。なお、コネクタは、基板装置14の開口部において、接続するべき層の露出部分に電気的に接続するように予め設けられていてもよく、その場合には、基板装置14は、コネクタ付き基板装置として構成されることになる。コネクタ付き基板装置に通信素子200を接続し、これにより通信装置100が実現されてもよい。なお、この場合、通信素子200は通信用 L S I により構成されてもよく、また、基板装置14に設けられたコネクタと接続するコネクタと通信用 L S I を備えて構成されてもよい。

【0017】

例えば、本発明による通信装置100をロボットの表面を覆う人工皮膚として応用する場合、基板装置14を導電性のゴム材料により形成することが好ましい。可撓性のあるゴム材料で人工皮膚を形成することにより、この人工皮膚はロボットの動作に合わせて自在に伸縮することが可能となる。また、個別配線が存在せず、伸縮性のある基板装置14を介して信号を伝達するため、断線などにより通信機能に障害が生じる可能性を低減し、安定した通信能力を提供することも可能となる。また、本発明による通信装置100を回路基板として応用する場合、基板装置14を導電性のゴム材料あるいは導電性繊維で形成することによって、フレキシブルな回路基板を実現することも可能となる。なお、前記したように、基板装置14が積層構造を有する場合には、各層が導電性のゴム材料あるいは導電性繊維で構成されて、全体として可撓性を有することが好ましい。なお、網の目状に形成された配線に通信素子200を接続し、これらの通信素子間で信号伝達することで、安定した通信能力を提供することも可能である。なお網の目状の配線は、通信素子200間を個別に接続する配線ではない。網の目状の配線を形成することで、通信経路の再設定が可能であり、したがって断線などによる障害が生じる可能性を低減することができる。

【0018】

各通信素子200は通信機能以外に、さらに他の機能を有していてもよい。通信装置100をロボットの人工皮膚として応用する場合には、通信素子200のいくつかが触覚センサとしての機能も有し、外部から受けた刺激を検出した後、他の通信素子と協同して検出した信号を目的の通信素子まで伝達する。また通信装置100を基板の実装技術として応用する場合には、通信素子200が、例えば演算機能をもつLSIやメモリなどの回路素子としての機能を有してもよい。このように、本明細書において「通信装置」は少なくとも通信機能を有する装置の意味で用い、これに付加した他の機能、例えば人工皮膚としてのセンサ機能や電子回路としての演算機能などを有してもよく、またCPUやメモリを含むマイクロコンピュータを含んでもよい。

【0019】

図3は、通信素子200の機能ブロック図である。通信素子200は、通信部50、処理部60およびメモリ70を備える通信回路250を有する。メモリ70は、レジスタとして構成されてもよい。通信部50は、基板装置14（図2参照）を介して、他の通信素子との間で信号の送受を行う。処理部60は、通信素子200の通信機能を制御する。具体的に処理部60は、周囲の信号の監視、受信信号の解析や、送信信号の生成および送信タイミングの制御など、他の通信素子200との間の信号伝達に関する行為を行う。また処理部60は、センサ機能や演算機能など通信機能以外の他の機能を実現してもよい。メモリ70は、通信機能や他の機能を実現するために必要な情報を予め記録し、また必要に応じて記録していく。通信素子200がコネクタと通信用LSIとから構成される場合は、通信用LSIが上記の機能を実現する。

【0020】

通信装置100は、以下に示すように、形態および構造の観点から、様々な態様にて実現することが可能である。通信装置100の代表的な形態として、（1）サイト分割型、（2）連続型、（3）境界配置型の3種類について説明する。

【0021】

（1）サイト分割型

図4（a）は、サイト分割型の通信装置100の上面図を示す。通信装置100の通信シート202において、通信を実現するための通信層が、複数のサイト210に分割されている。通信シート202は、図2に示す基板装置14に対応する。サイト210には、通信素子200が配置される。なお、図示の例では、1つの通信素子200がサイト210の中央部分に配置されているが、中央部分以外の領域に配置されてもよく、また複数の通信素子200がサイト210内に配置されてもよい。サイト210内は良導体からなる層で構成され、隣接するサイト210間は隣接結合用抵抗体で電気的に接続されている。したがって、通信素子200が発信した場合、そのサイト210内で生じる電圧降下は微小であり、そのサイト210から隣接サイトに信号が伝達される際に、隣接結合用抵抗体

により信号が減衰されて伝達される。隣接サイトに隣接するサイト、すなわち発信元のサイト210から2つ隣のサイト210には、さらに信号が減衰されて伝達されることになる。隣接結合用抵抗体を適宜設定することで、信号が伝達される範囲を制限することができ、隣接サイトにのみ信号を伝達することが可能となる。各サイト210の良導体層はプルアップ抵抗層によって電源層（または接地層）に接続されている。サイト210は四角形に限らず、任意の形状であってよい。

【0022】

図4(b)は、通信シート202における通信層の断面図である。なお、通信層は、信号層222、接地層224および電源層220などから構成される。信号層222および接地層224を、信号を伝達するための信号伝達層と呼んでもよい。信号層222は、導電体領域230および隣接結合用抵抗体232とを有する。導電体領域230はサイト210を構成し、導電体領域230よりも高い抵抗値を示す隣接結合用抵抗体232により区画される。導電体領域230（サイト210）は、プルアップ抵抗層234により電源層220に接続されている。このうち一つのサイト（例えば右から2番目）に電位変化を与えた場合、その変化は隣接結合用抵抗体232を介して周囲のサイト210に伝達される。

【0023】

図5は、通信層の構造、通信層の等価回路および各サイトに生じる電位変化を示す。この等価回路に示されるように、導電体領域230の間には、隣接結合用抵抗体232（R1）が設けられ、また導電体領域230と電源層220は抵抗R2および容量Cにより接続され、導電体領域230と接地層224は容量により接続されている。

【0024】

各サイト210を良導体で構成し、各サイト間を隣接結合用抵抗体232で接続することにより、発信した通信素子200の近傍の導電体領域230にのみ強い信号が伝達し、離れたサイト210に伝達する信号は、その距離に応じてほぼ指数関数的に減衰していく。各サイト210内を良導体で構成することで、各サイト210における減衰量は小さく、隣接結合用抵抗体232を通過する時に生じる減衰量が大きくなる。そのため、例えば、送信サイトから1つ隣のサイトには信号が伝達するが、さらに1つ隣のサイトには信号が伝達しないように、隣接結合用抵抗体232およびプルアップ抵抗層234の抵抗値を設定することが可能となる。これにより、隣接するサイト210（通信素子200）にのみ、信号を伝達することができる。

【0025】

なお、等価回路において抵抗R2と並列接続されている導電体領域230と電源層220との間の容量Cと導電体領域230と接地層224の間の容量は、電源層220、接地層224と信号層222とが平行平板コンデンサをなしていることによるものである。抵抗R2のインピーダンスを、使用する信号周波数での容量Cのインピーダンスよりも小さくなるように設定しておくと、送信サイトの隣のサイトに生じる電圧波形は送信波形を抵抗によって分圧したものとなり、例えば矩形波を送信すると受信波も矩形波として観察される。

【0026】

本実施例のようにプルアップ抵抗層234を信号層222と電源層220（接地層224ではなく）の間に挿入した場合には、無信号時（通信素子200が接続されていない状態）での信号層222の電位は電源電位となる。通信素子200は信号層222から接地層224に電流を流すことによってLレベルを発生する。それを受信する通信素子200は、信号層222の電位が電源層220の電位より一定電圧だけ低下したことをコンパレータで観測し、Lレベルの発生を検出する。

【0027】

図6は、通信素子200の構造の一例を示す。通信素子200は、電気的接点252、254、256を有し、電気的接点252、254、256は通信シート202の3つの層すなわち電源層220、信号層222、接地層224にそれぞれ電気的に接続する。通

信回路250は、各電氣的接点252、254、256と配線251、253、255により電氣的に接続される。これにより、通信回路250は、各電氣的接点252、254、256を通じて、通信シート202を介して信号を送受信することが可能となる。

【0028】

図7は、通信回路250の回路構造の一例を示す。通信回路250は、受信回路260、送信回路262、制御回路264を有して構成される。受信回路260および送信回路262は、図3に示す通信部50の構成に対応し、制御回路264は、処理部60およびメモリ70の構成に対応する。

【0029】

通信回路250において、受信回路260はコンパレータを有し、このコンパレータによって信号のH（ハイ）およびL（ロー）を検出する。制御回路（論理回路）264は、受信回路260において検出された信号符号を解釈する。制御回路264は、信号符号を解釈した後、送信信号を決定し、送信回路262を通して信号層222に電圧出力を行なう。

【0030】

図8は、受信回路260の回路構造の一例を示す。受信回路260において、抵抗 r_1 および抵抗 r_2 の分圧比によって、コンパレータ266で比較する信号の閾値が設定される。閾値は、隣接するサイト210における通信素子200が信号を発信したときにはそれを検出することができ、それよりも遠いサイト210における通信素子200が信号を発信した場合には、それを検出しないように設定される。すなわち、隣接素子の発信は閾値を超えるように、隣接素子以外の素子の発信は閾値を超えないように、抵抗 r_1 および抵抗 r_2 の分圧比が定められる。また抵抗 r_1 と抵抗 r_2 の合成抵抗およびコンパレータ266の入力インピーダンスは、プルアップ抵抗層234のインピーダンス R_2 よりも十分大きく、受信回路260の存在によって信号電圧が変化しないように設定する。

【0031】

図9は、送信回路262の回路構造の一例を示す。送信回路262はHレベル、Lレベルおよび高インピーダンスの3状態をとることができる。図中、S1、S2は制御回路264からの制御信号であり、S1およびS2を同時にHとすることでOUTにはLが出力され、S1およびS2を同時にLとすることでOUTにはHが出力される。また、S1をHとし、S2をLとすることで、高インピーダンスとなる。

【0032】

送信回路262は、自分自身が信号を送信する場合は、LかHを出力し、それ以外の時には高インピーダンス状態にして信号を受信する。なお送信回路262において、nMOSとpMOSにはさまれたダイオードは、出力電圧の振幅を調整するために挿入されている。ダイオードを全て短絡除去すると、OUTのHレベルは電源電位、Lレベルは接地層電位となる。ダイオードを挿入すると、その順方向電圧降下分、Lレベルの電位が高くなる。

【0033】

以上、サイト分割型の通信装置100の構造および動作を示した。この形態の通信装置100によると、サイト210間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

【0034】

(2) 連続型

上記したサイト分割型の例では、信号層222が、良導層からなる導電体領域230と隣接結合用抵抗体232との2次元パターンに分割されて形成されていたが、2次元面内で抵抗分布をもたない均一な構造をもつ通信層でも、同様の通信素子200によって通信が可能である。

【0035】

図10(a)は、連続型の通信装置100の上面図を示す。通信装置100の通信シート202には、サイトが設けられておらず、2次元的に均一な抵抗を示す通信層が形成されている。通信シート202において、通信素子200は2次元的に所定の間隔で配置さ

れる。具体的には、通信素子 200 が、有効通信距離の範囲内で、隣接する通信素子 200 に対して配置されている。

【0036】

図 10 (b) は、通信シート 202 における通信層の断面図である。なお、通信層は、信号層 222、接地層 224 および電源層 220 などから構成される。サイト分割型の通信装置 100 においては、信号層 222 が導電体領域 230 と隣接結合用抵抗体 232 とで形成されていたが、連続型の通信装置 100 においては、信号層 222 が、略一様な抵抗値をもつ抵抗層として形成される。なお、信号層 222 は、プルアップ抵抗層 234 より電源層 220 に接続されている。

【0037】

図 11 (a) は、通信層の構造を示す。通信層は、信号層 222 および接地層 224 を有して構成される。電源層 220 と信号層 222 の間にはプルアップ抵抗層 234 が設けられ、信号層 222 と接地層 224 の間には絶縁層 225 が設けられる。

【0038】

図 11 (b) は、信号層 222 のある領域に電圧を印加したとき、その周囲に発生する電圧分布を示す。信号が広がる範囲 D は、信号層 222 とプルアップ抵抗層 234 の抵抗率、および信号層 222 と電源層 220 および接地層 224 との間の（単位面積あたりの）容量によって決まる。この D を超える範囲では、信号電圧は距離に対して指数関数的に減衰する。以下、連続型の通信装置 100 の発信原理を説明する。

【0039】

図 12 は、図 11 (a) に示す 5 層構造の通信装置 100 の模式的な構成を示す。この 5 層構造では、接地層 224、絶縁層 225、信号層 222、プルアップ抵抗層 234 および電源層 220 が、この順に積層される。電源層 220 および接地層 224 は良導体で構成され、信号層 222 は、良導体とプルアップ抵抗層 234 の間の中抵抗値で構成されている。この 5 層構造において、プルアップ抵抗層 234 は、高抵抗層として設けられる。また、信号層 222 および接地層 224 の間には、絶縁層 225 が設けられる。この 5 層構造によって信号層 222 と接地層 224 に接続された通信素子 200 に電力を供給する。プルアップ抵抗層 234 の体積抵抗率を η [Ωm]、プルアップ抵抗層 234 の厚さを d [m] とし、絶縁層 225 の誘電率を ϵ 、絶縁層 225 の厚さを d [m] とする。また信号層 222 のシート抵抗を ρ [Ω]（正方形シートを切り出したときの向かい合う辺間の抵抗が ρ [Ω] であるような材料と厚みでできた層）とする。

【0040】

今、通信層に信号源が接続され、信号層 222 に電流密度 $I(x, y)$ が生じたと仮定する。まず簡単のため、図示する通信層の断面に垂直な方向では電流は一様であり、断面に垂直な方向の層の幅は 1 であるような 1 次元問題を考える。信号層電位を $V(x)$ 、電源層 220 の電位は一定値 V_E とすると、信号層 222 から電源層 220 に向かって電流密度

【数 1】

$$w(x) = V(x) / (\eta d) \quad (1)$$

なる電流が生じる。ただし以下の解析を簡単にするため、信号電位 $V(x)$ は電源電位を基準電位（ゼロ）として表記するものとする。ここで位置 x において信号層 222 の断面を横切る電流を $I(x, t)$ とすれば、（このとき接地層 224 および電源層 220 には合計して $-I(x, t)$ が発生している）微小領域 $[x, x+dx]$ から単位時間に流出する電荷は、

【数 2】

$$-\frac{\partial q(x, t)}{\partial t} dx = w(x, t) dx + \{I(x+dx, t) - I(x, t)\} = \left(w(x, t) + \frac{\partial I(x, t)}{\partial x} \right) dx \quad (2)$$

を満たす。ここで $q(x, t)$ は単位面積あたりの蓄積電荷量である。

【0041】

いま位置 x における信号層 222 の (接地層 224 に対する) 電位 $V(x, t)$ は、信号層 222 の厚みが十分小さければ、

【数 3】

$$V = \frac{q}{C} \quad (3)$$

を満たす。 $C=2\epsilon/d$ は、信号層-接地層の間の単位面積あたりの容量と、信号層-電源層の間の単位面積あたりの容量の和である (d は信号層 222 と接地層 224 との間隔)。また信号層 222 の厚みが十分小さく、電流の上下方向分布は一樣と仮定できる場合、以下のオーム則

【数 4】

$$\rho I(x, t) = -\frac{\partial}{\partial x} V(x, t) \quad (4)$$

が成り立つ。

【0042】

上の式 (1), (2), (3) および (4) から、 I および q を消去すると以下の拡散方程式

【数 5】

$$C \frac{\partial}{\partial t} V + \frac{1}{\eta d} V = \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2}{\partial x^2} V \quad (5)$$

を得る。式 (4) の一般解は

【数 6】

$$V(x, t) = A \exp \left(\pm \sqrt{\left(j\omega C + \frac{1}{\eta d} \right) \rho} x + j\omega t \right) + B \quad (6)$$

と与えられる。

いま、高抵抗層であるプルアップ抵抗層 234 の縦方向抵抗を層間容量のインピーダンスより小さく設定する、すなわち

【数 7】

$$\omega C \ll \frac{1}{\eta d} \quad (7)$$

と設定する。ここで例えば $x=0$ に電圧源を接続し、強制的に

【数 8】

$$V(0, t) = V_0 \exp(j\omega t)$$

なる交流電圧を与えると、遠方で発散しない解を組み合わせた以下の関数が電圧分布を与える。

【0043】

【数 9】

$$V(x, t) = \begin{cases} V_0 \exp\{\sqrt{\rho/(\eta d)} x\} \exp(j\omega t) & x < 0 \\ V_0 \exp\{-\sqrt{\rho/(\eta d)} x\} \exp(j\omega t) & x > 0 \end{cases} \quad (8)$$

この式より、電圧印加点から一定の距離

【数 10】

$$D = \sqrt{\frac{\eta d}{\rho}} \quad (9)$$

程度以内においては有意に電圧が追従し、それより離れたところでの電圧振幅は指数関数的に減少する。

【0044】

上記は 1 次元問題の解析であるが、2 次元問題へは次のように拡張される。まず電流密度ベクトル $I(x, y, t)$ に対し式(2)は、

【数 11】

$$-\frac{\partial q(x, y, t)}{\partial t} = w(x, t) + \text{div } I(x, y, t) \equiv w(x, t) + \frac{\partial I_x(x, t)}{\partial x} + \frac{\partial I_y(x, t)}{\partial y} \quad (10)$$

のように変更され、式(4)は

【数 12】

$$\rho I(x, t) = -\text{grad } V(x, y, t) \equiv -\left(\frac{\partial}{\partial x} V(x, y, t), \frac{\partial}{\partial y} V(x, y, t)\right) \quad (11)$$

と書き換えられる。この 2 つの式と式(1)および式(3)から、 $V(x, y, t)$ に対する 2 次元拡散方程式

【数 13】

$$\left(C \frac{\partial}{\partial t} + \frac{1}{\eta d}\right) V = \frac{1}{\rho} \Delta V \quad \left(\Delta V \equiv \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) V \right) \quad (12)$$

が得られる。

【0045】

図 13 (a) および図 13 (b) に示すように、半径 r_0 の円形電極を、中心が原点 $(x, y) = (0, 0)$ に一致するように配置する。電圧 $V_0(t)$ を印加したときの解は、 $\omega C < 1/(\eta d)$ のとき、式(9)と同じ定義の D を用いて、

【数 14】

$$V(r) = V_0 \frac{J_0\left(-j \frac{r}{D}\right) - j N_0\left(-j \frac{r}{D}\right)}{J_0\left(-j \frac{r_0}{D}\right) - j N_0\left(-j \frac{r_0}{D}\right)} \exp(j \omega t) \quad (13)$$

のように与えられる。ここで r は原点からの距離

【数 15】

$$r \equiv \sqrt{x^2 + y^2}$$

である。 J_0, N_0 はそれぞれ 0 次のベッセル関数およびノイマン関数であり、 j は虚数単位である。 r が D より小さい範囲では対数関数で近似され、 D と同程度以上の範囲では指数関数的に減衰する。したがって、例えば信号層 222 のシート抵抗値などを適切に設定することによって、所望の有効通信距離を得ることが可能となる。

【0046】

以上、連続型の通信装置 100 の構造および動作を示した。この形態の通信装置 100

によると、通信素子 200 間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

【0047】

上記した通信装置 100 の形態においては、通信素子 200 は電源層 220、信号層 222、接地層 224 の 3 層に電氣的接触を行なう。この接触形態を 3 層接点方式とよぶ。通信素子 200 の実装をより簡単に行なうため、信号層 222 と接地層 224 への 2 点のみの接触で通信素子 200 を動作させることも可能である。2 点のみの電氣的接触を行う形態を、2 層接点方式とよぶ。

【0048】

図 14 (a) は、サイト分割型の通信装置 100 の断面図を示す。通信素子 200 が、信号層 222 における導電体領域 230 と接地層 224 との間に挟まれる。すなわち、通信素子 200 は、信号層 222 と接地層 224 の 2 層と接触し、電源層 220 とは接触しない。2 層接点方式によると、通信素子 200 の通信シート 202 への実装が容易となる利点がある。

【0049】

図 14 (b) は、連続型の通信装置 100 の断面図を示す。通信素子 200 は、信号層 222 と接地層 224 の間に挟まれる。すなわち、通信素子 200 は、信号層 222 と接地層 224 の 2 層と接触し、電源層 220 とは接触しない。2 層接点方式によると、通信素子 200 の通信シート 202 への実装が容易となる利点がある。

【0050】

図 15 は、2 層接点方式の通信回路 250 の構成を示す。通信回路 250 は、受信回路 260、送信回路 262、制御回路 264 を有して構成される。受信回路 260 および送信回路 262 は、図 3 に示す通信部 50 の構成に対応し、制御回路 264 は、処理部 60 およびメモリ 70 の構成に対応する。

【0051】

通信回路 250 が動作するための電圧は、信号層 222 から供給される。信号層 222 からダイオードと抵抗を通してコンデンサに電荷が蓄積され、それが通信回路 250 内の電源 VDD となり、受信回路 260、送信回路 262、制御回路 264 が動作する。

【0052】

ある通信素子 200 に注目したとき、その通信素子 200 が信号電位 L を送出している時間の合計 T_L を、通信時間全体 T_0 の $1/n$ 以下、すなわち $T_L < T_0/n$ になるようにパケットの転送頻度を調整しておくこととする。また、そのときの回路の平均消費電流を I とする。パケットの最小発生間隔よりも図 15 中の C_E と R の時定数 $C_E R$ が十分大きくなり、かつ R は信号層へ信号を送出する際の負荷インピーダンス（サイト分割方式の場合の等価回路中 R_2 の程度）より十分大きくなるように設定する。このとき、通信素子 200 のコンデンサ両端の電圧 V は、電源層の電位 V_E に対し、

【数 16】

$$V = V_E - v_D - IR$$

で与えられる。ここで v_D はダイオードの順方向電圧降下であり、 T_0/T_L の下限 n は十分大きく設定した。この V が回路に必要なとされる電源電圧を越えるようにパラメータが選択される。

【0053】

図 16 は、送信回路 262 の構成を示す。送信回路 262 において、OUT が、信号層 222 に接続される。送信回路 262 へ供給されている電源電圧が信号層 222 の電位を下回る場合があり、その時は正常な動作が行えなく恐れがあるため、pMOS が取り除いてある。したがって信号の立ち上がり時に回路から信号層 222 に電流は供給されなくなる。その場合でも、信号層自身の抵抗によって正しくプルアップされるための条件は、サイト分割式の場合は R_2 がその並列容量のインピーダンスより小さく設定してあることであり、連続型通信層の場合には、式 (7) の条件が成立することである。

【0054】

図17は、受信回路260の構成を示す。受信回路260は、 V と V_E の電圧差を補償する信号Hレベル保持回路267を前段に挿入する。信号Hレベル保持回路267において、 C_H と r_1+r_2 の時定数を、通信信号のLレベルの継続時間より十分大きくしておくことで、信号層222のHレベルを C_H の端子に保持する。 $r_0=r_1+r_2$ としておくと、信号がHのときの r_0 端子電圧と、 C_H の端子電圧は等しい。 r_1 と r_2 の比率によって閾値を設定しておく、信号層電位のわずかな降下を安定に検出することができる。

【0055】

(3) 境界配置型

(1) において示したサイト分割型通信層を利用する通信装置100において、通信素子200をサイト210の境界をまたぐように配置する構成をとることも可能である。境界配置型の通信装置100においては、サイト210の境界は絶縁されており、サイト間を電気的に接続する隣接結合用抵抗体232は用いられない。境界配置型の通信装置100においては、サイト210の境界を絶縁することで、隣接サイト間での信号の減衰を利用した信号伝達を行うのではなく、絶縁された2つ以上のサイトに対して通信素子200が電気的に接続することで、通信素子200が、サイト間の信号を中継することで、信号伝達を行う。

【0056】

図18(a)は、境界配置型の通信装置100の上面図である。通信素子200が、サイト210間の境界に配置される。サイト210は良導層により構成され、サイト210の間は絶縁されている。

【0057】

図18(b)は、境界配置型の通信装置100の断面図である。この通信装置100において、通信素子200は、3層接点方式により通信シート202に接続されている。導電体領域230の間は絶縁されている。各通信素子200は、2つのサイト210に対して独立な2点で電気的接触を行い、一方のサイト210で検出した信号を他方のサイト210に転送することで信号を伝達する。

【0058】

図19は、通信素子200の構造の一例を示す。通信素子200は、電気的接点252、254、256、258を有する。電気的接点252および電気的接点256は、それぞれ電源層220および接地層224に電気的に接続する。電気的接点254はサイト境界における一方のサイト210の信号層222に電気的に接続し、電気的接点258は、サイト境界における他方のサイト210の信号層222に電気的に接続する。このように、境界配置型の通信素子200は、通信シート202の信号層222に対して、少なくとも2つの電気的接点254、258を有して構成される。通信回路250は、各電気的接点252、254、256、258と、配線251、253、255、257により電気的に接続される。これにより、通信回路250は、各電気的接点252、254、256、258を通じて、通信シート202を介して信号を送受信することが可能となる。なお、例えば、通信素子200は、4つのサイト210と接続するように配置されてもよく、その場合は、4つのサイト210の導電体領域230とそれぞれ独立して電気的に接続する4つの電気的接点を有して構成されることになる。

【0059】

図20は、通信回路250の回路構造の一例を示す。通信回路250は、受信回路260、送信回路262、制御回路264を有して構成される。受信回路260および送信回路262は、図3に示す通信部50の構成に対応し、制御回路264は、処理部60およびメモリ70の構成に対応する。

【0060】

受信回路260および送信回路262は、2つの導電体領域230に接続される各ポートに対して、それぞれ独立に受信および送信を行うことができる。この例では、信号層222における2つの導電体領域230（「信号層1」「信号層2」と表記）に対して、受

信回路 260 および送信回路 262 が、独立して信号の送受信を実行できる。なお、各ポートのそれぞれについての受信回路 260 および送信回路 262 の構造は既述の 3 層接点方式のものと同一である。

【0061】

図 21 は、2 層接点方式による境界配置型の通信装置 100 の断面図を示す。2 層接点方式においては、通信素子 200 が、信号層 222 においてサイト分割された導電体領域 230 の境界に配置される。通信素子 200 は、信号層 222 における 2 つ以上の導電体領域 230 と接地層 224 に電氣的に接続する。

【0062】

図 22 は、通信素子 200 の通信回路 250 の構成を示す。この例では、電源供給は、接続する 2 つのサイト 210 のうち、一方（信号層 1）のみから受ける。各ポートについて受信回路 260、送信回路 262 の構成は、既述の 2 層接点方式のものと同一である。

【0063】

以上、境界分割型の通信装置 100 の構造および動作を示した。この形態の通信装置 100 によると、通信素子 200 間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

【0064】

以下に、上記した形態の通信装置 100 において、複数の通信素子をユニット化し、ユニット間での信号伝送を行う技術について説明する。なお、上記の例では、3 種類の通信装置 100 の形態について説明したが、特に、(2) 連続型（等方拡散型）の通信装置 100 において、複数の通信素子 200 のユニット化が効果的となる。

【0065】

連続型（等方拡散型）の 2 次元通信においては、通信素子 200 は等方的に一定距離まで到達する信号を送出し、各通信素子 200 はどちらの方向から来た信号かは分からないまま信号を検出する。一方の側にある通信素子 200 が送信したとき、他方の側の通信素子 200 はそのことを検出できないため、各通信素子 200 には複数の方向から同時に信号が到達してしまう可能性がある。

【0066】

同様な状況は、無線通信においても発生する。無線通信における典型的な対処法は、信号が重なってもそれを受信機が分離できるよう、機器ごとに異なる周波数帯域を割り当てておくことである。さらに近年では、より一般的に独立性の高い信号パターンのセットを用意しておき、それらを動的に割り当てることで通信機器の移動にも対処できる方法が実用化されている。

【0067】

ただしこれらの方法では、広い信号帯域が必要とされ、フロントエンドの回路も複雑にならざるを得ない。二次元通信では、個々の通信素子 200 での電力消費を最小限に抑え、微小なモノリシック CMOS 素子によって、時計標準すら持たずに通信することが望まれる。そのような通信素子 200 にこれを実装することは困難を伴う。

【0068】

通信素子 200 は製造時に所定の場所に配置して、通信装置 100 を形成することが可能である。そこであらかじめ数種類の機能をもった通信素子 200 を特定の位置関係に配置しておくことで、衝突の問題を大きく緩和することができる。

【0069】

図 23 は、実施例における通信装置 100 の構成を示す。既述したように、通信装置 100 は、分散して配置された複数の通信素子 200 を備え、各通信素子 200 は、他の通信素子 200 と局所的な通信を行う機能を有して構成されている。本実施例の通信装置 100 は、少なくとも 2 つの通信素子をまとめた通信ユニット 500 を複数備えて構成される。図示の例では、通信装置 100 が、通信ユニット 500 a、500 b、500 c、500 d を有している。なお、通信ユニット 500 は、ユニット間の通信を円滑に実現するために、3 つ以上の通信素子 200 を有して構成されるのが好ましい。通信装置 100 は

、通信ユニット500を信号伝送の単位として、通信ユニット間で信号の伝達を行う。

【0070】

通信ユニット500は、所定の位置関係にて配置された複数の通信素子200を有して構成される。それぞれの通信ユニット500において、複数の通信素子200の位置関係は同一に設定される。これにより、各通信ユニット500の通信機能を同一とすることができる。図23の例では、通信ユニット500が、通信素子200a、通信素子200b、通信素子200c、通信素子200d、通信素子200eの5種類の通信素子を有している。図示されるように、通信ユニット500において、通信素子200eが物理的に中央に配置され、その周辺に、互いに略90度ずつの角度をもって通信素子200a、通信素子200b、通信素子200c、通信素子200dが配置されている。

【0071】

本発明の通信装置100においては、個別の配線は形成されておらず、隣接素子間を接続する実線は、単に通信素子間の信号が到達する範囲を表現するためのみに記載したものである。通信素子間で信号が直接届くのは、実線で結ばれているように表現されている隣接素子間のみであり、それ以外の通信素子200には検出可能な信号は到達しない。

【0072】

通信ユニット500に含まれる各通信素子200は、配置位置に応じた通信機能を実現する。通信素子200aは、上方向に隣接する通信ユニット500の通信素子200cと通信を行う機能を有する。同様に、通信素子200bは、右方向に隣接する通信ユニット500の通信素子200dと通信を行う機能を有する。また、通信素子200cは、下方向に隣接する通信ユニット500の通信素子200aと通信を行う機能を有する。また、通信素子200dは、左方向に隣接する通信ユニット500の通信素子200bと通信を行う機能を有する。中央に配置される通信素子200eは、通信素子200a、200b、200c、200dの信号の送受信を統括的に制御する機能を有する。例えば、通信素子200eは、周辺に存在する通信素子200a、200b、200c、200dに対して信号の送信または受信の必要の有無を順次問い合わせる機能を有し、信号衝突を回避するように周辺の通信素子200を制御することが好ましい。5種類の通信素子200は、あらかじめ見分けのつくように製造しておいてもよいし、どの種類の役割も担える1種類の通信素子200を製造しておき、通信シート202に配置した後で通信素子200の種類を回路に焼きこんでもよい。以上のように、本実施例の通信装置100においては、所定の配線で複数の通信素子200を配置した通信ユニット500を用いて、パケットの伝送を行う。

【0073】

通信ユニット中央に位置する通信素子200eを以後「中央素子」とよび、通信ユニット内において、中央素子の周辺に存在して中央素子に隣接する通信素子200a、200b、200c、200dを「周辺素子」とよぶ。通信素子200eのIDを「e」とし、通信素子200a、200b、200c、200dのそれぞれのIDを「a」、「b」、「c」、「d」とする。周辺素子は、隣接素子からのコマンドに反応して送信し、周囲からの信号が無ければ自発的に信号を送出することはない。コマンドは通常のパケットとは見分けがつくように符号化されているものとする。例えば、マンチェスター符号を用いて、コマンドの1ビット長を、パケット信号の1ビット長の3倍に設定するか、またはコマンドの前後に空白（無信号区間）を挿入するなどしてもよい。これにより、通信素子200の制御回路264において、通常のパケットとコマンドとを容易に区別することが可能となる。

【0074】

通信ユニット500同士は、所定の規則性をもって並べられる。これにより、通信ユニット500の間の通信を実現することが可能となる。具体的には、前後左右に隣り合う通信ユニット500同士の間で、実際に隣接する通信素子同士が、所定のIDの対応関係をもつように通信ユニット500が並べられる。例えば、上下方向の通信ユニット間で隣接

する通信素子200として、下側の通信ユニット500にID「a」をもつ周辺素子が配置され、上側の通信ユニット500にID「c」をもつ周辺素子が配置される。左右方向の通信ユニット間で隣接する通信素子200として、左側の通信ユニット500にID「b」をもつ周辺素子が配置され、右側の通信ユニット500にID「d」をもつ周辺素子が配置される。この規則性により、配置位置に応じて周辺素子の通信機能を固定することができ、周辺素子の機能を絞って安価に作製することも可能となり、また通信装置100における通信を円滑に実行することができる。なお、このように配置することで通信素子200の実装が容易となる利点があるが、基本的には、後述する優先ポートの関係が守られていれば、周辺素子の配置は自由に決めることができる。

【0075】

なお、第1の通信ユニットにおける中央素子と、第1の通信ユニットに隣接する第2の通信ユニットにおける中央素子との間には、第1の通信ユニットにおける1つの周辺素子と、第2の通信ユニットにおける1つの周辺素子とが配置される。すなわち、中央素子間には、2つの周辺素子のみが介在するものとする。中央素子間の周辺素子数を2つとすることにより、中央素子間的高速通信を実現することができる。このように、通信ユニット500を、中央素子と、その周辺素子とで構成し、周辺素子に対してさらに隣接する周辺素子を設けないことで、中央素子間、すなわち通信ユニット間の信号伝送遅延を小さくすることが可能となる。なお、通信ユニット間において隣り合う周辺素子同士には、信号の送受信に関する優先順位が設定されているのが好ましい。これにより、通信ユニット間における信号の衝突を回避することができる。

【0076】

<ステップ1:通信ユニット内へのパケットの呼び込み>

中央素子は、通信ユニット500内の周辺素子に対して定期的に「許可通知」を発行する。許可通知は、周辺素子に対して、隣接ユニットからの信号の受信の有無を順次問い合わせる信号である。この許可通知は、周辺素子IDをa、b、c、dの順に変更して発行され、それぞれの周辺素子に対して送信される。

【0077】

許可通知により指定された周辺素子は、自身が所属する通信ユニット500に隣接する隣の通信ユニット500の周辺素子がパケットを持っているか否かをすでに知っている（後述のステップ2参照）。例えば、通信素子200aが、隣接する通信ユニット500の通信素子200cに送信待ちのパケットが存在していることを知っている場合には、コマンド「送信トリガ」を送信して通信素子200cからのパケット送信を促す。この送信トリガは、通信素子200aに隣接する中央素子にも送信される。隣接ユニットの通信素子200cからのパケットの送信が終了すると、通信素子200aは、即座にそれを中央素子へと転送する。中央素子は、送信トリガを検出した後、通信素子200aからのパケットの到来を待ち構える待機状態に入り、他の周辺素子による信号送信を停止させる。したがって中央素子は、他の信号との衝突なくパケットを受信することができる。

【0078】

中央素子がパケットを受信すると、<ステップ2>へ進む。もし隣接ユニットの通信素子200cがパケットを持っていなかった場合は、通信素子200aは何も応答しない。中央素子は一定時間待っても「送信トリガ」が検出されない場合、IDを変化させて新たな周辺素子に対して再び「許可通知」を発行する。

【0079】

<ステップ2:ユニットからのパケット送出準備>

中央素子は、そのパケットを受けると、そのパケットを次にどこに送るべきかを認識する。それを認識する方法は、パケットに含まれる座標値からの場合もあるし、パケットに「通信経路ID」が埋め込まれており、その通信経路IDと、次に送り出す方向との関係をテーブルとして中央素子が所持している場合もある。

【0080】

そこで次にパケットを送る方向に存在する周辺素子IDを埋め込んだ「送信通知」を送

信する。送信通知を受け取った周辺素子は、「受信通知」を発行し、その後中央素子は、パケットの送信を開始する。なお、受信通知は隣接する通信ユニット500の周辺素子も観測できる。これにより、隣接する通信ユニット500の周辺素子は、自身の「隣接ユニットの隣接素子」に送信すべきパケットが到着したことがわかる。以上によって通信ユニット500内の周辺素子には、送信待ちのパケットが格納されたことになり、ステップ3に進む。

【0081】

<ステップ3：送信待ち>

この場合、原則として中央素子は自発的にコマンドを発することはなく、隣接ユニットからの許可通知を受けてパケットが送信されるまで待ち続ける。これは、パケットを強制的に送信することにより隣接ユニット内で発生する信号衝突のおそれを低減するためである。周辺素子のパケット送信の開始と終了は、中央素子も知ることができるので、その終了を確認したらステップ1に戻る。以上のプロセスによって、通信ユニット500間で衝突なくパケットを転送していくことができる。

【0082】

なお、中央素子は、外部から取り込んだパケットを転送するだけでなく、<ステップ1>の呼び込み動作を行わずに自発的にブロードキャストを発行したり（その場合ステップ2からの手続きで転送されていく）、センサ信号取り込みコマンドなども発行できる。また、各コマンドは極めて短いビット列で実現され、許可通知の巡回も高々4つ（周辺素子数）であるため、転送のオーバーヘッドを低く抑えることが容易である。

【0083】

図24は、通信装置100の構成の変形例を示す。通信装置100は、複数の通信素子200を所定の位置関係に配置した通信ユニット500を複数備えて構成される。この通信装置100は、中央素子である通信素子200dと、中央素子から三又に分岐して接続する通信素子200a、200b、200cを有する通信ユニット500を複数有する。図示の例では、3つの通信ユニット500e、500f、500gが示されている。周辺素子数が3つであるため、この場合は、許可通知の巡回が3回となる。

【0084】

パケットが一方向に流れ続けている限り、上記のアルゴリズムで衝突は発生しない。以下では、パケットがランダムな方向に流れる場合に衝突を回避する対処方法を述べる。

【0085】

まず、ステップ2で、周辺素子が受信通知を発行したとき、隣接ユニットの中央素子がパケット送信中であった状況を考える。このとき隣接ユニットの周辺素子において、受信通知と（隣接ユニットの）中央素子からの信号が衝突する可能性がある。このままでは隣接素子が受信通知の存在を認識できないため、対処方法として、受信通知を発行した周辺素子は、隣接素子からの（受信通知に対する）「確認通知」を検出し、それが検出された場合にそのことを「確認通知2」によって中央素子に連絡する。中央素子は「確認通知2」を検出してはじめてパケット送信を開始する。確認通知2が検出されない場合、一定時間待機後に再度、送信通知を発行する。

【0086】

また、例えば右向きに出て行こうとするパケットが通信素子200bに格納されて待機状態にあり、かつその右隣の通信ユニット500の通信素子200dに、左に出ようとするパケットが配置された場合、上記アルゴリズムのままではどちらもパケットの送出を待ち続けることになる。

【0087】

この対処法としては、通信素子200aから通信素子200dのうち、2つに「優先ポート」を決めておき、優先ポート側にパケットを送信した中央素子は、しばらくしてもパケット送信が始まらない場合には、「入れ替え通知」を発行する。例えば、周辺素子IDがa、bのものに対して、優先ポートを設定してもよい。なお、この場合は、周辺素子IDがaの通信素子200とbの通信素子200とが対向しないように、隣接するユニット

500 同士の配置に配慮することが好ましい。入れ替え通知を受信した周辺素子は、隣の周辺素子にパケットがある場合に「送信トリガ」を発行し、パケットを招き入れる。また、パケットを送り出した側の中央素子は、次の「許可通知」を出す際、必ず最初に指定する周辺素子 ID を「パケットが送出されていったポート（周辺素子）」に設定する。こうすることで、隣接ユニットに残っているパケットを速やかに呼び込むことができる。

【0088】

隣接素子同士が、同時に「受信通知」を発行した場合、どちらも受信通知を認識せず、確認通知は発行しない。この場合には、中央素子が次の送信通知を発行するまでの待ち時間を、周辺素子ごとに変えておくことで、次の受信通知の時刻は必ずずれるため、次の回でお互いを正しく認識することが可能となる。

【0089】

以上、本発明を実施例をもとに説明した。これらの実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の実施例に係る通信技術の方式を説明するための図である。

【図2】本発明の実施例にかかる通信装置の外観構成の概要を示す図である。

【図3】通信素子の機能ブロック図である。

【図4】(a)は、サイト分割型の通信装置の上面図であり、(b)は、通信層の断面図である。

【図5】通信層の構造、通信層の等価回路および各サイトに生じる電位変化を示す図である。

【図6】通信素子の構造の一例を示す図である。

【図7】通信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図8】受信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図9】送信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図10】(a)は、連続型の通信装置の上面図であり、(b)は、通信層の断面図である。

【図11】(a)は、通信層の構造を示す図であり、(b)は、信号層に電圧を印加したときの電圧分布を示す図である。

【図12】図11(a)に示す5層構造の通信装置の模式的な構成を示す図である。

【図13】円形電極を、中心が原点に一致するように配置した図である。

【図14】(a)は、サイト分割型の通信装置の断面図であり、(b)は、連続型の通信装置の断面図である。

【図15】2層接点方式の通信回路の構成を示す図である。

【図16】送信回路の構成を示す図である。

【図17】受信回路の構成を示す図である。

【図18】(a)は、境界配置型の通信装置の上面図であり、(b)は、境界配置型の通信装置の断面図である。

【図19】通信素子の構造の一例を示す図である。

【図20】通信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図21】2層接点方式による境界配置型の通信装置の断面図である。

【図22】通信素子の通信回路の構成を示す図である。

【図23】実施例における通信装置の構成を示す図である。

【図24】通信装置の構成の変形例を示す図である。

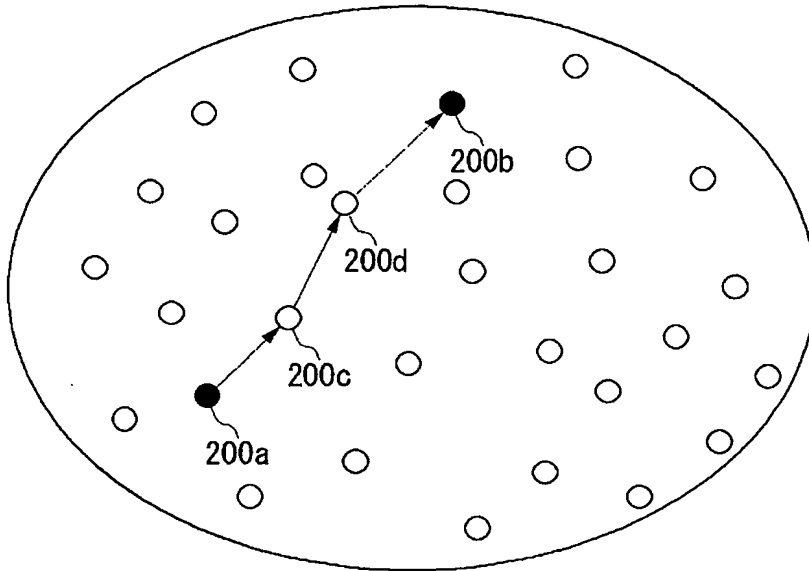
【符号の説明】

【0091】

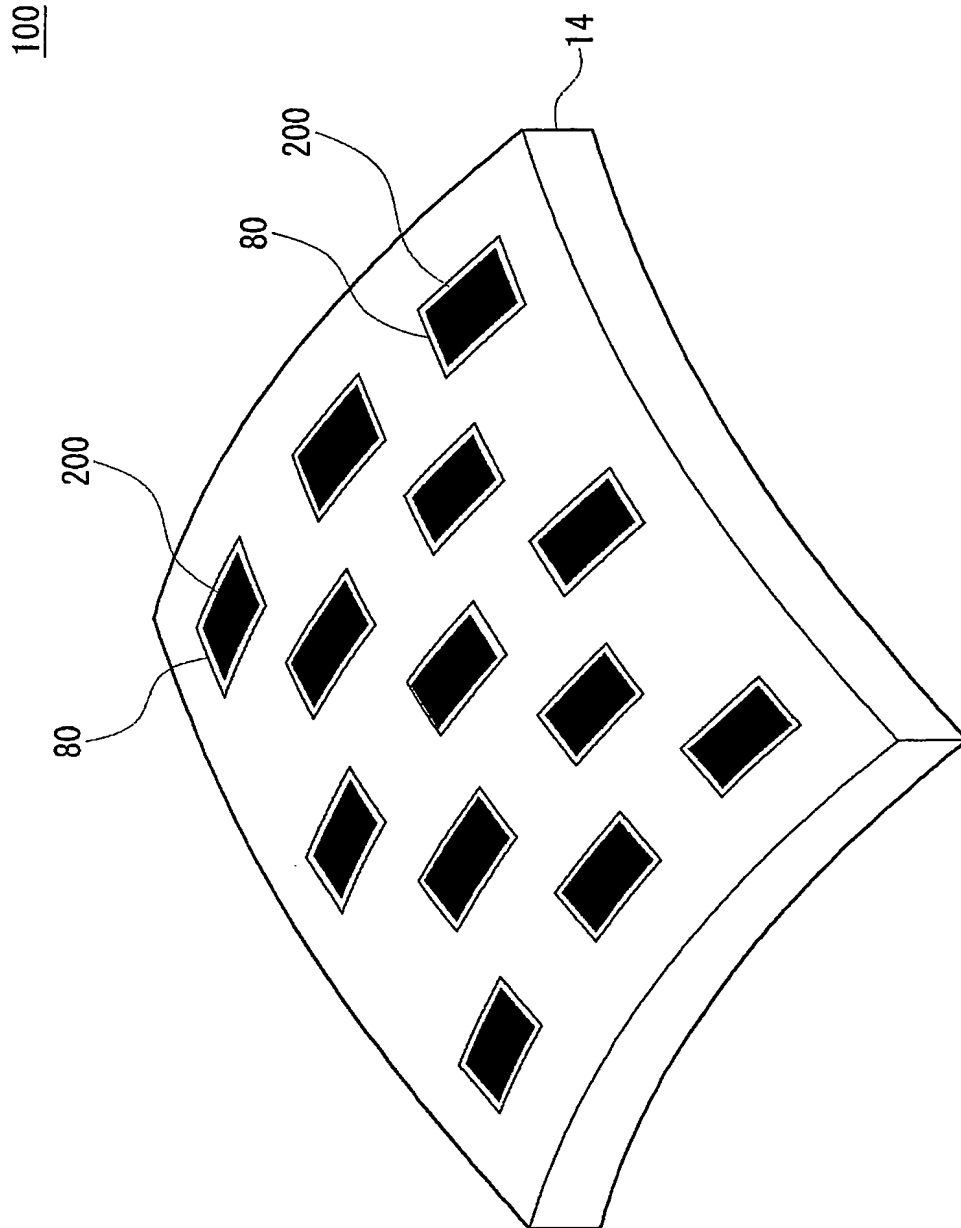
100・・・通信装置、200・・・通信素子、210・・・サイト、220・・・電源層、222・・・信号層、224・・・接地層、230・・・導電体領域、232・・・

隣接結合用抵抗体、234・・・プルアップ抵抗層、250・・・通信回路、260・・・
受信回路、262・・・送信回路、264・・・制御回路、500・・・通信ユニット
。

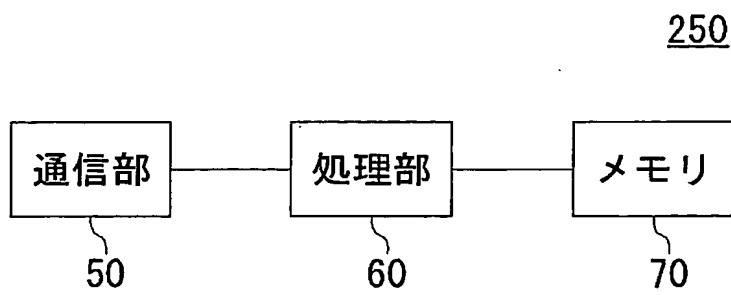
【書類名】図面
【図1】



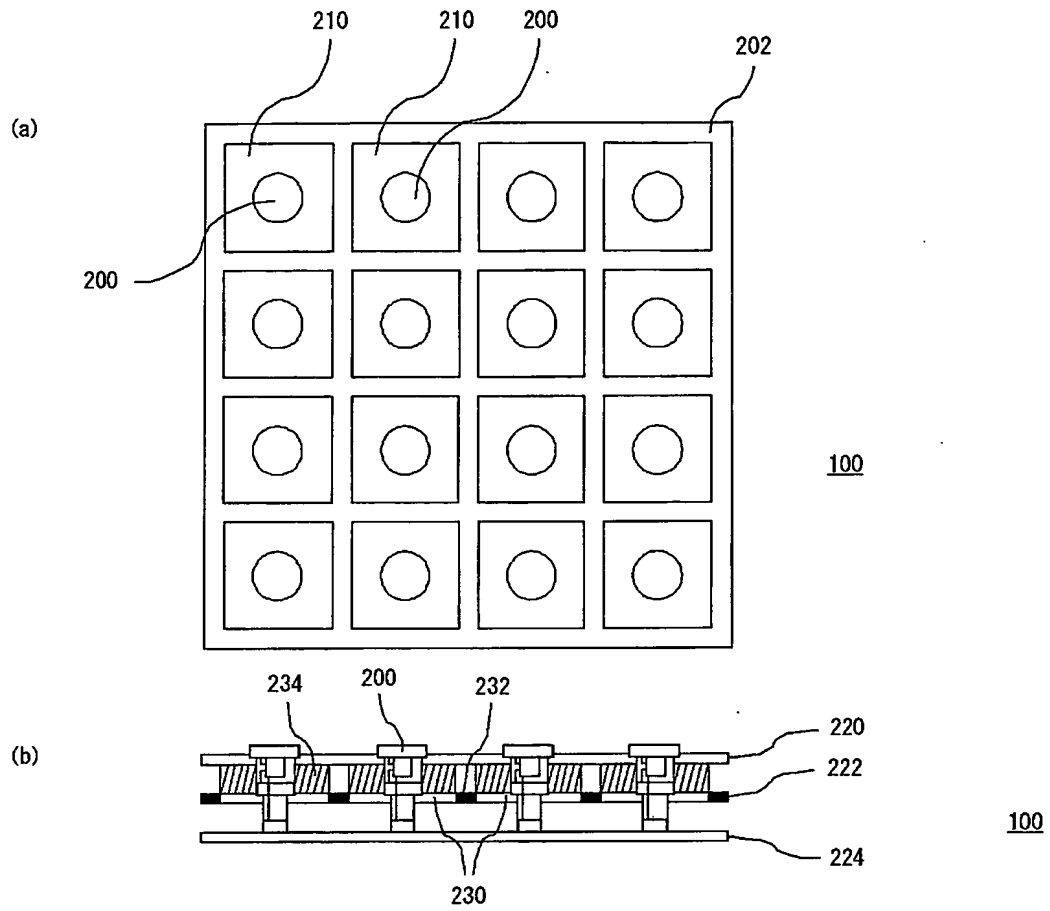
【図 2】



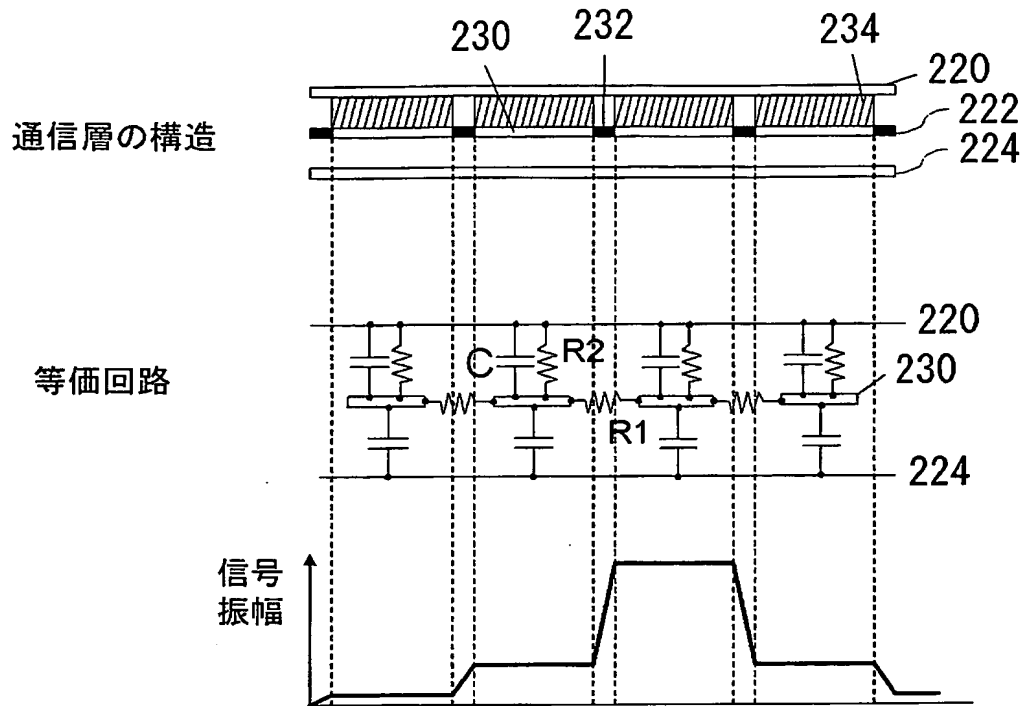
【図 3】



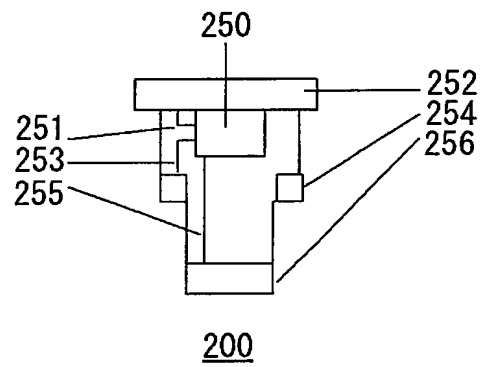
【図 4】



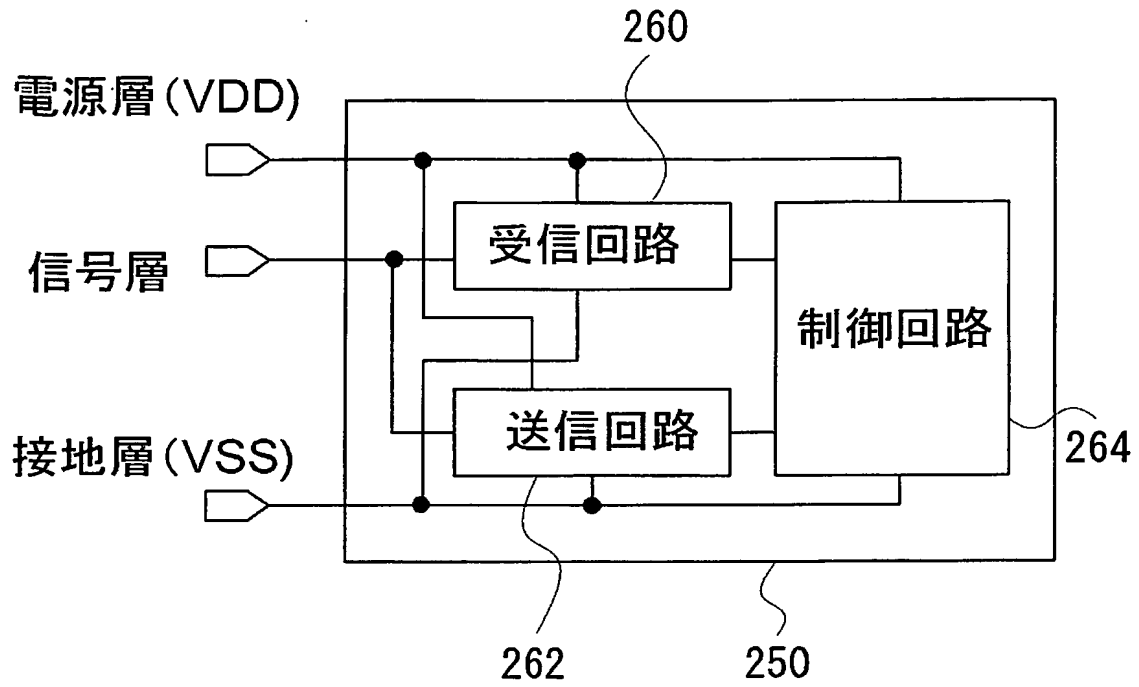
【図 5】



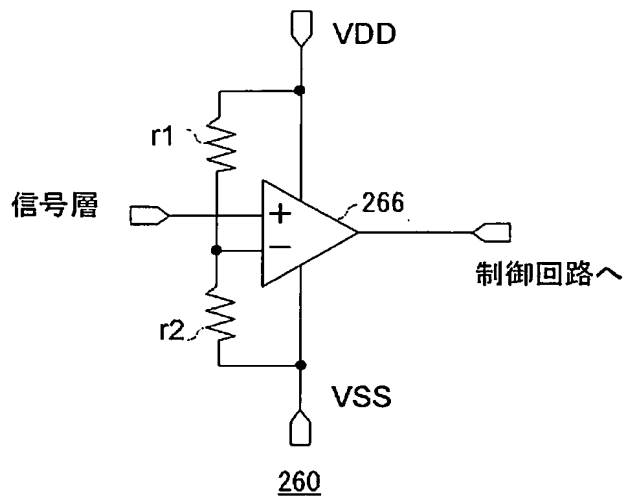
【図 6】



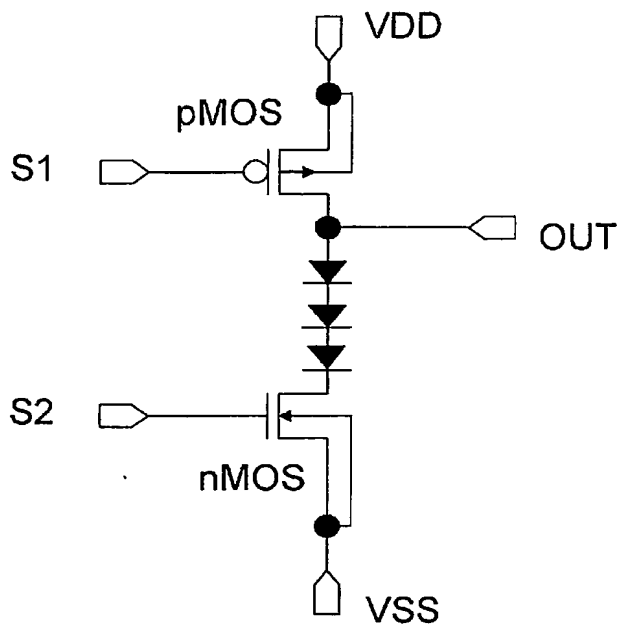
【図 7】



【図 8】

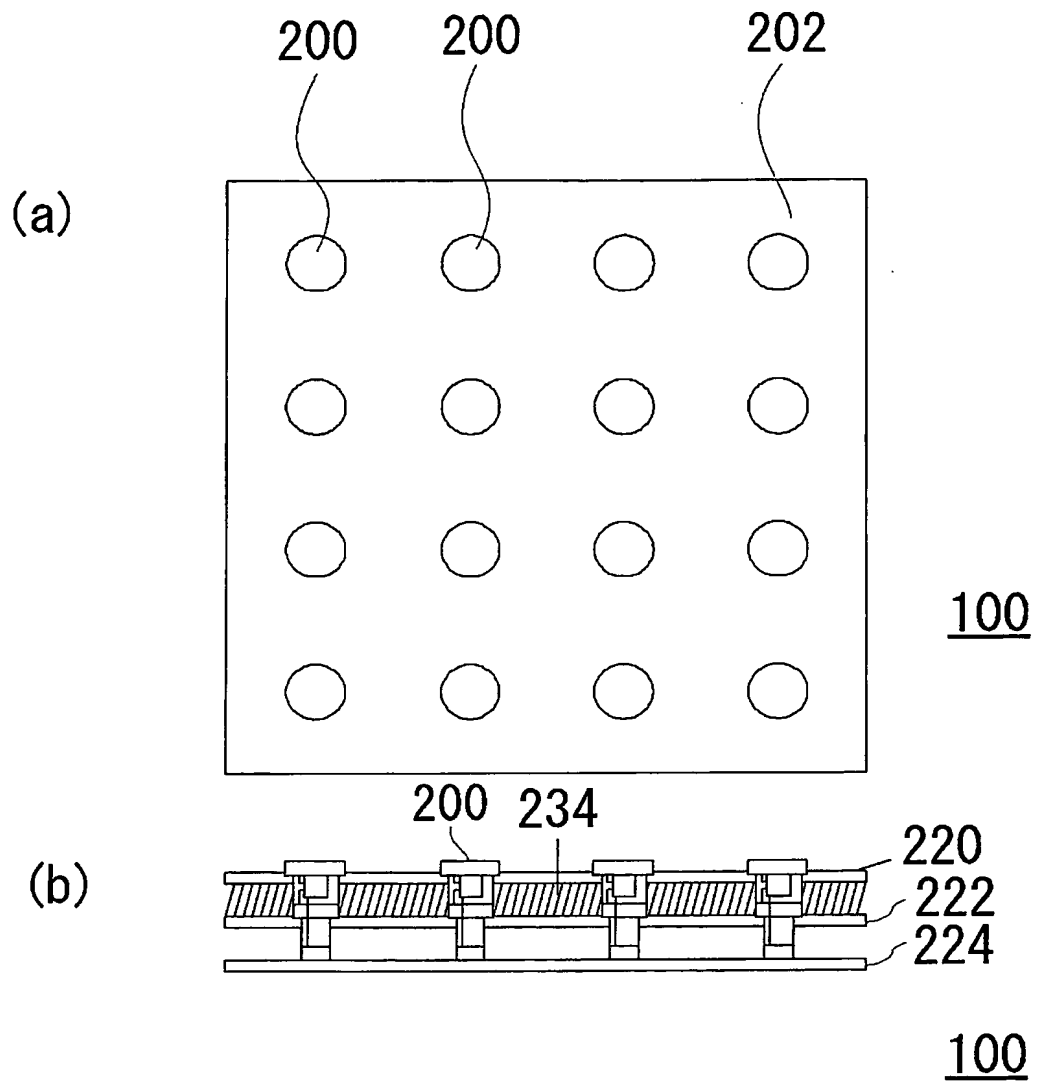


【図 9】

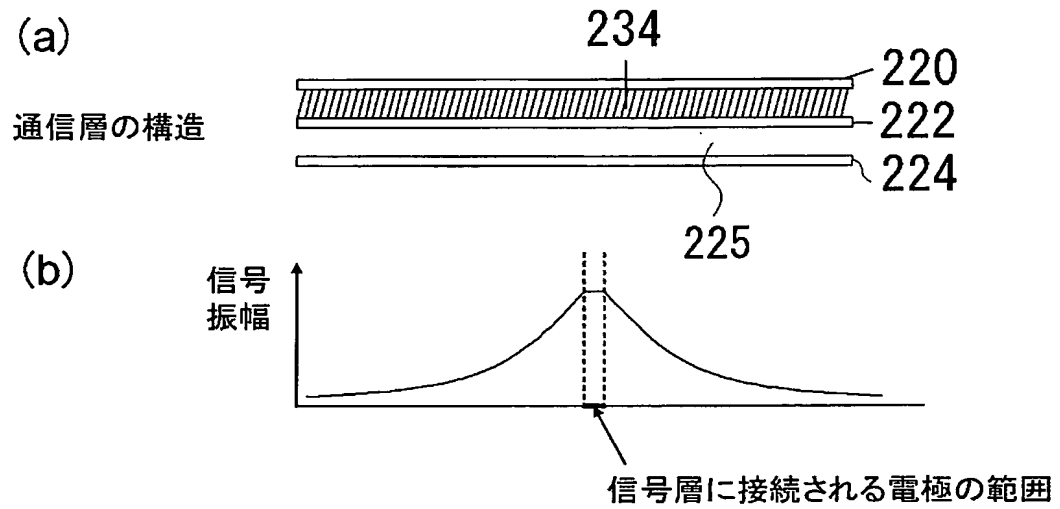


262

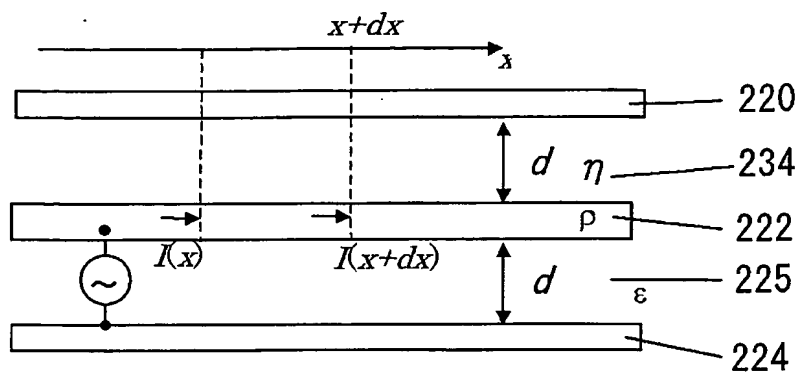
【図 10】



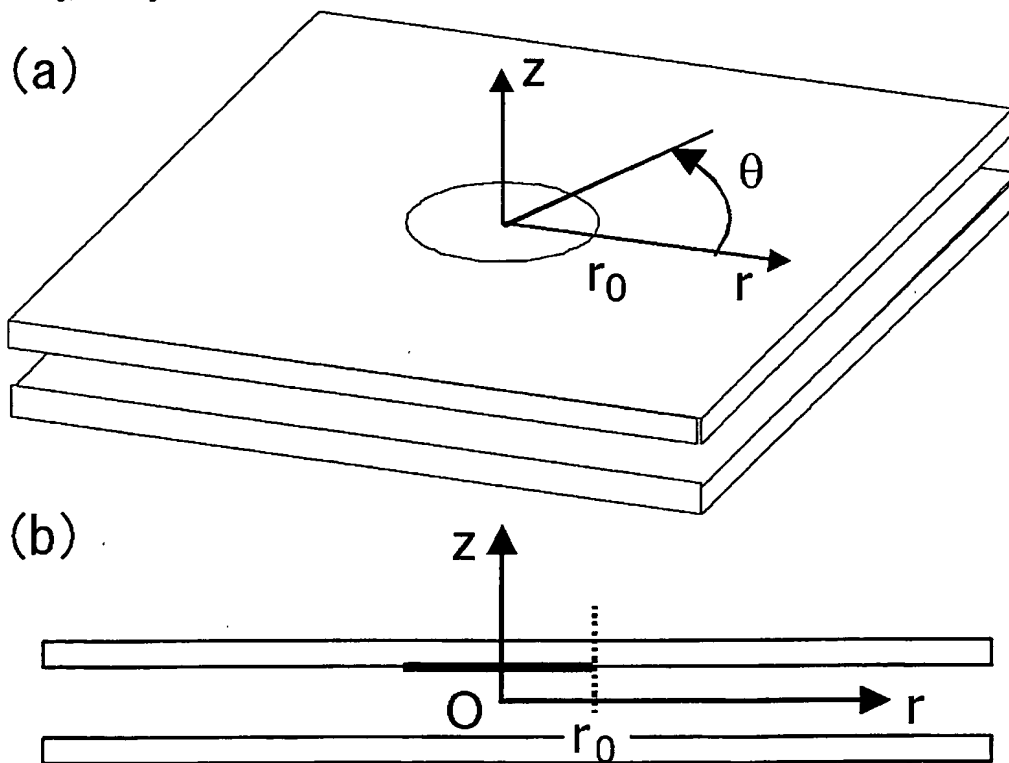
【図 11】



【図 12】

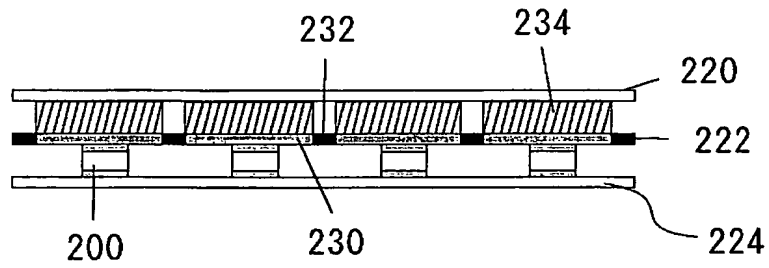


【図 13】

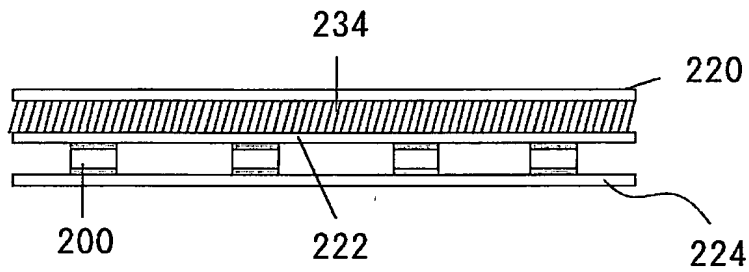


【図 14】

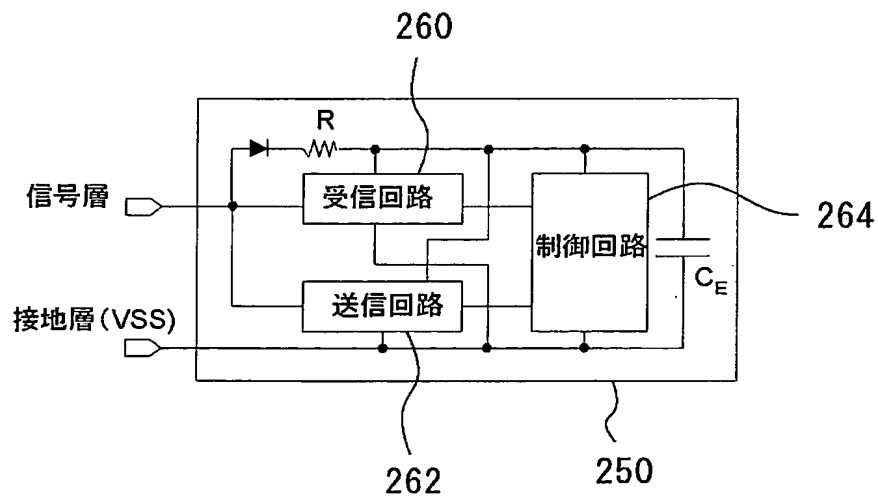
(a)



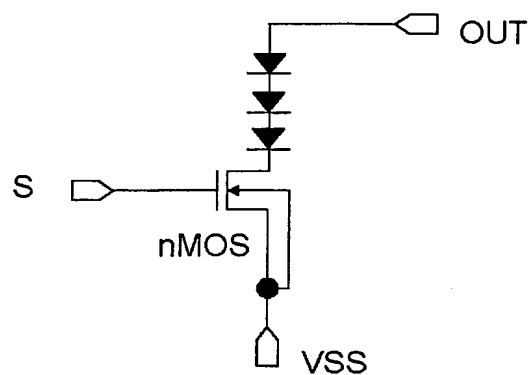
(b)



【図 15】

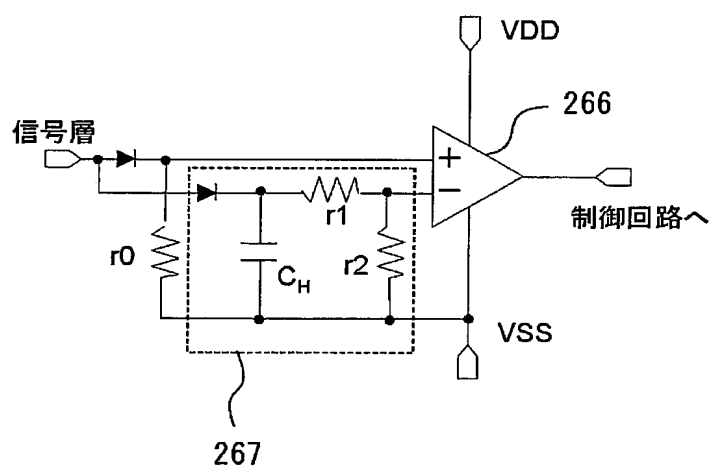


【図 16】



262

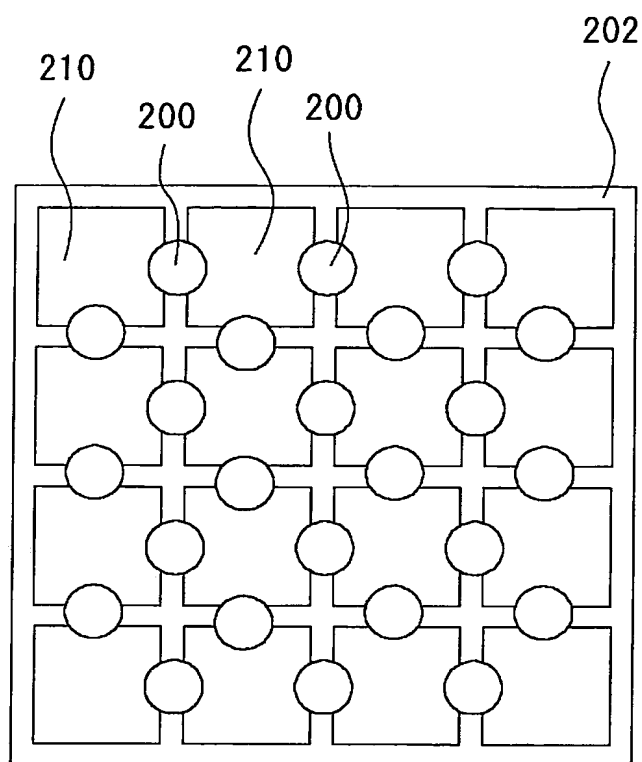
【図 17】



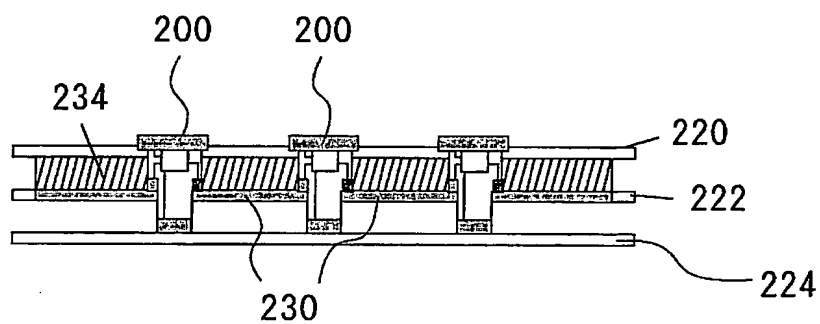
260

【図 18】

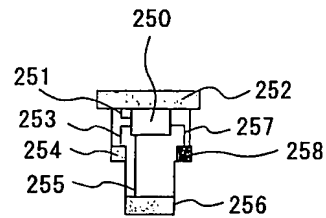
(a)



(b)

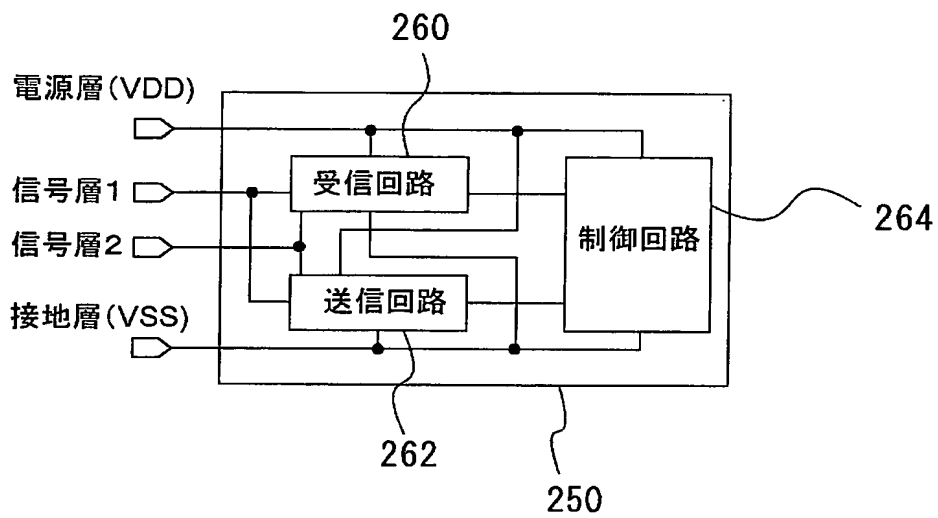


【図 19】

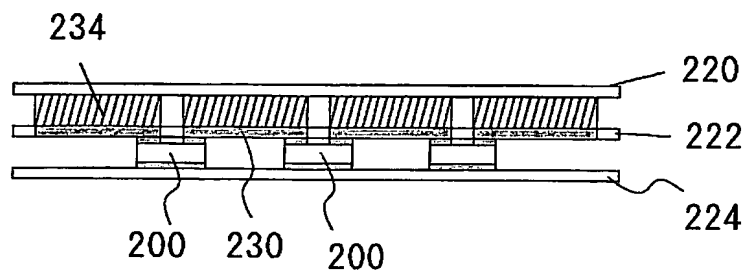


200

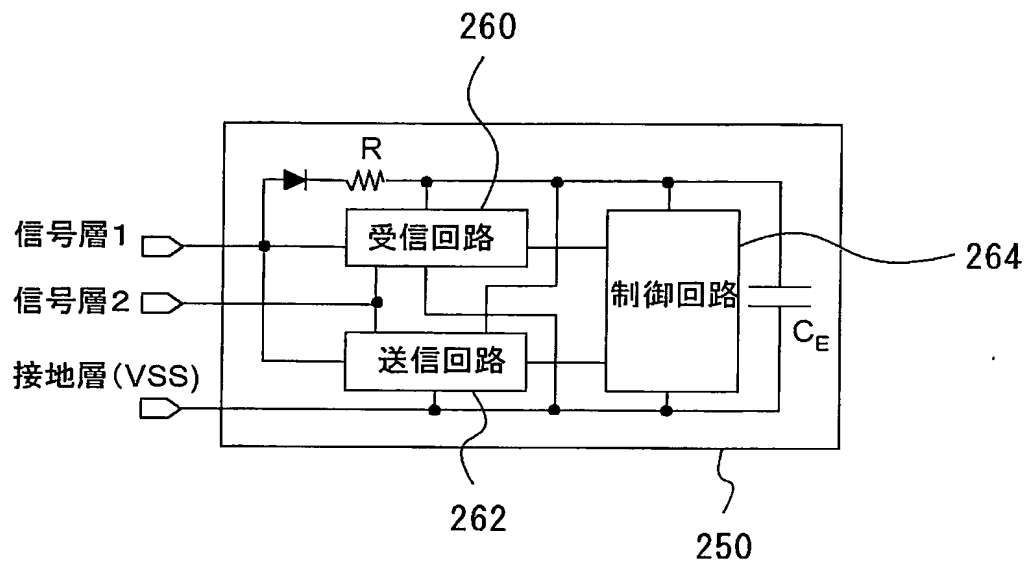
【図 20】



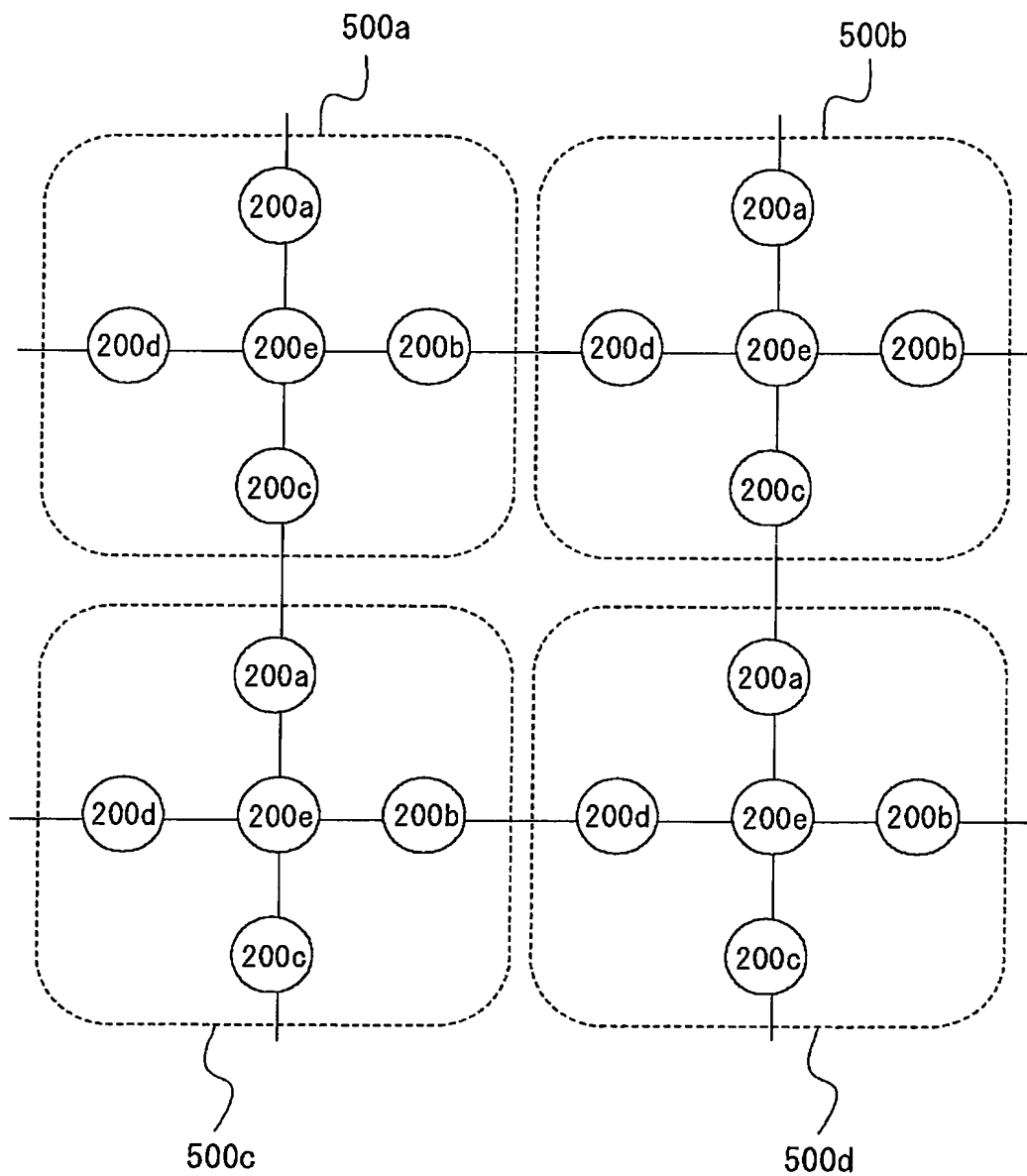
【図 21】



【図 22】

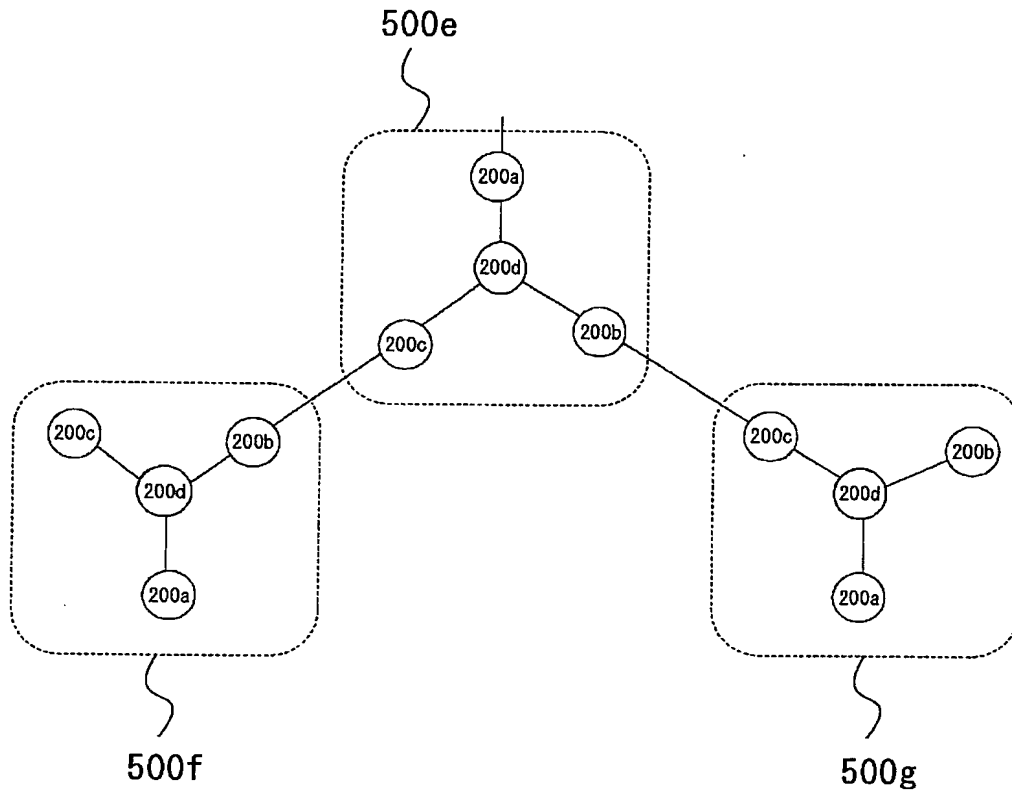


【図 23】



100

【図 24】



100

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2次元通信を実現する新たな通信装置を提案する。

【解決手段】 本発明の通信装置100は、複数の通信素子200をまとめた通信ユニット500を複数備える。この通信装置100において、通信ユニット500の間で信号が伝達される。各通信ユニット500は、所定の位置関係にて配置された3つ以上の通信素子200を有して構成される。通信ユニット500に含まれる通信素子200は、配置位置に応じた通信機能を実現する。通信ユニット500は、中央に配置される中央素子と、中央素子に隣接する周辺素子とから構成され、中央素子が、周辺素子の通信機能を統括的に制御する。

【選択図】 図23

特願 2004-107876

出願人履歴情報

識別番号

[503054096]

1. 変更年月日 2003年 2月 7日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区六番町10-2
氏 名 株式会社セルクロス
2. 変更年月日 2004年 6月25日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都墨田区亀沢4-14-16
氏 名 株式会社セルクロス

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.